

SKRIPSI
EVALUASI KOORDINASI KINERJA SISTEM
PROTEKSI *RELAY OVERLOAD SHEDDING* PADA
TRANSFORMATOR* DAN *RELAY OVERCURRENT
PADA PENYULANG DI JALUR DISTRIBUSI DI
GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

OLEH:
M. ASADEL GERTY
03041182126002

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI KOORDINASI KINERJA SISTEM PROTEKSI
RELAY OVERLOAD SHEDDING PADA TRANSFORMATOR
DAN RELAY OVERCURRENT PADA PENYULANG DI JALUR
DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**



SKRIPSI

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

M. ASADEL GERTY

03041182126002

Indralaya, 11 Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Herlina, S.T., M.T., IPM

NIP. 198007072006042004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Mohammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : Dr. Ir Herlina, S.T., M.T., IPM

Tanggal : 11 / Juni / 2025

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Asadel Gerty
NIM : 03041182126002
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

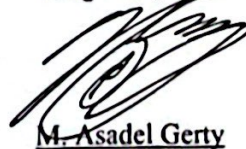
**EVALUASI KOORDINASI KINERJA SISTEM PROTEKSI RELAY
OVERLOAD SHEDDING PADA TRANSFORMATOR DAN RELAY
OVERCURRENT PADA PENYULANG DI JALUR DISTRIBUSI DI
GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: 11 Juni 2025

Yang Menyatakan



M. Asadel Gerty

NIM.03041182126002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Asadel Gerty
NIM : 03041182126002
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 12%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Evaluasi Koordinasi Kinerja Sistem Proteksi *Relay Overload Shedding* Pada *Transformator* Dan *Relay Overcurrent* Pada Penyulang Di Jalur Distribusi Di Gardu Induk Bukit Siguntang” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 11 Juni 2025



METERAI
TEMPEL
675CBAMX357263017

M. Asadel Gerty

NIM. 03041182126002

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala berkat dan nikmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul **"Evaluasi Koordinasi Kinerja Sistem Proteksi Relay Overload Shedding Pada Transformator Dan Relay Overcurrent Pada Penyulang Di Jalur Distribusi Di Gardu Induk Bukit Siguntang"** yang dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2024 sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa doa, bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu bapak dan ibu serta adik penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun tugas akhir.
2. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir dan dosen pembimbing akademik ini yang selalu memberikan bimbingan, saran, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Syarifa Fitria S.T., dan Bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi ilmu, bimbingan, motivasi dan arahan selama pengerjaan skripsi.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya .
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Kak Redha Pranata, Muhammad Umam dan Ega selaku tim tugas akhir yang sudah sangat membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir.

8. Mise Hani, Rhevda Febrian, Sabrina Lestari, Muhammad Irfan, Victory Alvareza, Abizal Ferdian, Albert Agung dan Rama Azhari yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Untuk Irtiza Syifa Kamila yang sudah sangat membantu dalam penyusunan skripsi
10. Teman-teman Teknik Elektro 2021 yang sudah membantu dan menemani selama proses perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik.
12. Berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang secara individu dengan segala keterbatasan, tidak menyerah, dan semangat.

Penulis menyadari adanya kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis meminta maaf sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari seluruh pihak dan pembaca demi memperbaiki tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi serta menambah ilmu bagi para pembaca dan semua pihak terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, 23 Desember 2025



M. Asadel Gerty

NIM. 03041182126002

ABSTRAK

EVALUASI KOORDINASI KINERJA SISTEM PROTEKSI *RELAY OVERLOAD SHEDDING* PADA *TRANSFORMATOR* DAN *RELAY OVERCURRENT* PADA PENYULANG DI JALUR DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG

(M. Asadel Gerty, 03041182126002, 2025, 61 Halaman)

Di sistem tenaga listrik Gardu Induk Bukit Siguntang, khususnya *transformator* daya 2 terdapat penggunaan *relay overload shedding* dan *relay overcurrent* pada penyulang. Oleh karena itu, dilakukan penelitian evaluasi *setting* proteksi *relay* OLS dan OCR dengan tujuan untuk memaksimalkan distribusi listrik dengan menggunakan metode Kontingensi N-1. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil hubung singkat satu fasa yaitu sebesar 274,26119 A, dua fasa sebesar 3221,960912 A dan tiga fasa sebesar 3593,46641 A. Berdasarkan hasil simulasi pada perangkat ETAP 19.0.1 dengan menggunakan simulasi Kontingensi dengan *transformator* gardu induk Bukit Siguntang yang mengalami *trip/outage*, sistem tidak mengalami keadaan *overload* atau beban lebih dari gangguan tersebut. Akan tetapi, pada sistem menunjukkan perubahan sudut fasa dan mengalami *drop voltage* (tegangan jatuh) dengan demikian walaupun sistem berjalan dengan normal tetapi sistem tidak bisa berjalan tanpa adanya *transformator* karena *transformator* berperan bukan hanya sebagai pemasok suplai akan tetapi *transformator* juga sebagai penyeimbang sistem dan pengatur tegangan dari sistem.

Kata Kunci: Sistem Distribusi, *Relay* OCR, *Relay* OLS, Kontingensi

ABSTRACT

EVALUATION OF THE COORDINATION PERFORMANCE OF THE OVERLOAD SHEDDING RELAY ON THE TRANSFORMER AND THE OVERCURRENT RELAY ON THE FEEDER IN THE DISTRIBUTION LINE AT BUKIT SIGUNTANG SUBSTATION

(M. Asadel Gerty, 03041182126002, 2025, 61 Halaman)

In the power system Bukit Siguntang Substation, specifically on Power transformer#2 use two type of relay that are overload shedding relays (OLS) and overcurrent relays (OCR). Therefore, a study was conducted to evaluate the protection relay settings for OLS and OCR with the objective of optimizing power distribution using the N-1 Contingency Method. Based on calculation results, the single-phase short-circuit current was found to be 274.26 A, the two-phase short-circuit current was 3,221.96 A, and the three-phase short-circuit current was 3,593.47 A. Simulation results using ETAP 19.0.1 with a contingency scenario involving the outage of the Bukit Siguntang Substation transformer showed that the system did not experience overload conditions due to the disturbance. However, the system did exhibit changes in phase angle and a voltage drop. This indicates that although the system continued to operate, it cannot function properly without the transformer. The transformer plays a critical role not only as a power supply source but also in maintaining system balance and regulating voltage within the network.

Keywords :Distribution System, Relay OCR, Relay OLS, Contingency

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
2.2 Sistem Distribusi	6
2.3 Pelepasan Beban.....	6
2.3.1 Perhitungan Beban Yang Dilepaskan.....	7
2.4 Proteksi Sistem Tenaga Listrik	7
2.4.1 Kriteria Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.4.2 Macam-macam Jenis Proteksi	9
2.5 Proteksi Rele	11
2.5.1 Peranan dan Fungsi Proteksi Rele.....	11
2.5.2 Rele Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>)	12
2.5.3 Relay <i>Overload Shedding</i>	13
2.6 Keandalan Sistem Distribusi	14
2.7 Faktor Keandalan Sistem Distribusi.....	15
2.8 Istilah Pada Keandalan Sistem Distribusi	15

2.9	Indeks Keandalan Di Sistem Distribusi	16
2.9.1	<i>System Average Interruption Duration Index (SAIDI)</i>	16
2.9.2	<i>System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)</i>	17
2.9.3	<i>Customer Average Interruption Duration Index (CAIDI)</i>	17
2.10	Perhitungan <i>Setting Over Current Relay</i> dan <i>Relay Over Load Shedding</i> 18	
2.10.1	Perhitungan Arus Hubung Singkat Pada <i>Transformator</i>	18
2.10.2	Prinsip Dasar Perhitungan <i>Setting Over Current Relay (OCR)</i>	20
2.10.3	Perhitungan <i>Setting Waktu Tunda Relay</i>	21
2.11	Metode Kontingensi N-1	22
2.12	<i>Setting Relay</i>	23
2.12.1	<i>Overcurrent Relay</i>	23
2.12.2	<i>Relay Overload Shedding</i>	23
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2	Variabel data	25
3.3	Tahap Penelitian.....	26
3.4	Analisis Data	26
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian	27
BAB IV PEMBAHASAN.....		28
4.1	Umum.....	28
4.2	Data Peralatan Gardu Induk Bukit Siguntang.....	29
4.2.1	Data Teknis Sistem Jaringan Gardu Induk Bukit Siguntang Yang Diambil Pada Tanggal 14 Februari 2025.....	29
4.2.2	Data <i>Transformator</i>	29
4.2.3	Data Penyulang Kijang Gardu Induk Bukit Siguntang.....	30
4.3	Perhitungan Impedansi.....	30
4.3.1	Impedansi Dasar dan Arus Dasar.....	30
4.3.2	Impedansi Sumber Sisi 70 kV dan 20 kV	31
4.3.3	Reaktansi <i>Transformator</i>	31
4.3.1	Impedansi Penyulang	32
4.4	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	35
4.5	Perhitungan <i>Setting Relay Overcurrent</i> Dan <i>Overload Shedding</i>	37
4.5.1	Perhitungan <i>Setting Relay Overcurrent</i>	37

4.5.2	Perhitungan <i>Setting Relay Overload Shedding</i>	39
4.6	Perbandingan Hasil Perhitungan Dengan Standar PLN.....	40
4.7	Simulasi Rangkaian Sistem Proteksi Menggunakan ETAP.....	40
4.7.1	Simulasi <i>Load Flow</i> Pada Penyulang Kijang.....	41
4.7.2	Simulasi Gangguan Bus Pada Jalur <i>Relay Overload Shedding</i>	42
4.7.3	Simulasi Gangguan Bus Pada Jalur <i>Relay Overcurrent Incoming</i> dan <i>Outgoing</i> Pada Penyulang Kijang	43
4.7.4	Simulasi Gangguan Pada Jalur OCR Di GH Makrayu Pada Penyulang Kijang 44	
4.8	Metode Kontingensi N-1	46
4.9	Kurva Koordinasi Sistem Proteksi <i>Relay</i>	51
4.10	Analisa	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Daerah Pengaman Sistem Tenaga Listrik[13]	10
Gambar 2.3 Daerah Pengaman Sistem Distribusi[13].....	11
Gambar 2.4 Rangkaian <i>Over Current Relay</i> (OCR)[16].....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 4.1 Single Line Diagram Gardu Induk Bukit Siguntang	28
Gambar 4.2 <i>Nameplate Transformator</i> Pada Gardu Induk Bukit Siguntang	29
Gambar 4.3 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Kijang	32
Gambar 4.4 Simulasi <i>Load Flow</i> Pada Penyulang Kijang	41
Gambar 4.5 Simulasi Gangguan Bus Pada Jalur <i>Relay Overload Shedding</i> Menggunakan ETAP	42
Gambar 4.6 Koordinasi Proteksi Sistem Terhadap Gangguan.....	42
Gambar 4.7 Simulasi Gangguan Bus Pada Jalur <i>Relay Outgoing</i> Menggunakan ETAP	42
Gambar 4.8 Koordinasi Proteksi Sistem Terhadap Gangguan.....	44
Gambar 4. 9 Simulasi Gangguan Bus Pada Jalur OCR Di GH Makrayu Pada Penyulang Kijang	44
Gambar 4.10 Koordinasi Sistem Proteksi Terhadap Gangguan.....	45
Gambar 4.11 Simulasi Kontingensi N-1 Pelepasan <i>Transformator</i> , Bus4 dan Bus21	46
Gambar 4.12 <i>Performance Index</i> Sistem Dengan Kondisi Pelepasan <i>Transformer</i> , Bus4 dan Bus21 Berdasarkan Kondisi Awal Sebelum Terjadi Kontingensi	47
Gambar 4.13 <i>Performance Index</i> Sistem Dengan Kondisi Pelepasan <i>Transformer</i> , Bus4 dan Bus21 Berdasarkan Batas Maksimum Kemampuan Suatu Komponen.....	49
Gambar 4.14 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi <i>Relay</i> Pada Penyulang Kijang	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Operasi Waktu Kerja Jenis Rele <i>Inverse Time</i> [21]:	23
Tabel 3.1 Matriks Waktu Penelitian.....	25
Tabel 4.1 Data <i>Transformator</i>	29
Tabel 4.2 Data Penyulang	30
Tabel 4.3 Impedansi urutan positif, negatif dan nol kabel penghantar berdasarkan standar PLN 64: 1985	30
Tabel 4.5 Impedansi Urutan Positif, Negatif dan Nol Penyulang Kijang	34
Tabel 4. 4 Data Jenis Penghantar dan Panjang Penghantar.....	30
Tabel 4.6 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif, Negatif dan Nol Penyulang Kijang	35
Tabel 4.7 Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah Penyulang Kijang.....	35
Tabel 4.8 Hubung Singkat Dua Fasa Penyulang Kijang	36
Tabel 4.9 Hubung Singkat Tiga Fasa Penyulang Kijang	37
Tabel 4.10 Data Nilai <i>Setting Relay Overload Shedding</i>	39
Pada <i>Transformator</i> 2 30 MVA	39
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Manual Dengan Standar PLN 64:1985.....	40
Tabel 4.12 Data Dan Interpretasi Terhadap <i>Performance Index</i> Berdasarkan Kondisi Nromal Sistem Sebelum Terjadi Kontingensi	48
Tabel 4.13 Perbandingan Kontingensi Berdasarkan <i>Base Case</i> (Kondisi Normal Sebelum Gangguan) Dan <i>Equipment Rating</i> (Berdasarkan Kemampuan Sebuah Komponen).....	54
Tabel 4.14 Kesimpulan Grafik <i>Time Current Characteristic</i> (TCC).....	56
Tabel 4.15 Waktu Dan Arus Kerja Berdasarkan Masing Masing <i>Relay</i>	57

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Penurunan Frekuensi.....	7
Rumus 2.2 Total daya generator	7
Rumus 2.3 SAIDI.....	17
Rumus 2.4 SAIFI	17
Rumus 2.5 CAIDI	17
Rumus 2.6 Arus Nominal.....	18
Rumus 2.7 Arus Hubung Singkat Di Sisi Primer Dan Sekunder <i>Transformator</i> .	18
Rumus 2.8 Impedansi Sumber	18
Rumus 2.9 Impedansi <i>Transformator</i>	18
Rumus 2.10 Arus Hubung Singkat 3 Fasa Pada Sisi Primer <i>Transformator</i>	19
Rumus 2.11 Arus Hubung Singkat Fasa-Fasa Pada Sisi Primer <i>Transformator</i> ..	19
Rumus 2.12 Arus Hubung Singkat Fasa-Fasa Pada Sisi Sekunder <i>Transformator</i>	19
Rumus 2.13 Arus Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah Pada <i>Transformator</i>	19
Rumus 2.14 Beban Maksimum Transformator	19
Rumus 2.15 <i>Setting</i> Arus <i>Relay</i> OCR Sisi Primer Pada Transformator	20
Rumus 2.16 <i>Setting</i> Arus <i>Relay</i> OLS Sisi Sekunder Pada Transformator	20
Rumus 2.17 <i>Setting</i> Waktu Tunda <i>Relay</i> OCR	21
Rumus 2.18 Batas Operasi Transformator	23
Rumus 2.19 Arus <i>Setting</i> <i>Relay</i> OLS	23
Rumus 2.20 Arus <i>Setting</i> Primer <i>Relay</i> OLS	23
Rumus 2.21 Arus <i>Setting</i> Sekunder <i>Relay</i> OLS	23
Rumus 2.22 <i>Setting</i> Waktu Tunda <i>Relay</i> OLS	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keandalan sistem tenaga listrik merupakan aspek krusial dalam memastikan pasokan listrik yang konsisten dan aman, terutama mengingat dampak kerusakan atau gangguan yang bisa terjadi pada jaringan distribusi dan transmisi. Keandalan dalam konteks sistem tenaga listrik melibatkan kemampuan proteksi untuk mendeteksi dan mengisolasi gangguan, menghindari dampak lanjutan seperti pemadaman total atau *blackout*[1]. Menunjukkan bahwa analisis keandalan menjadi dasar penting dalam pembuatan keputusan di industri kelistrikan, karena dapat membantu dalam menyusun strategi pemeliharaan preventif yang lebih efektif, sehingga meningkatkan performa sistem secara keseluruhan[2].

Permasalahan yang sering dihadapi terkhusus di gardu induk Bukit Siguntang dalam jaringan distribusi dan transmisi listrik, terutama di daerah dengan tingkat konsumsi listrik yang tinggi adalah gangguan yang dapat menyebabkan *blackout* atau pemadaman total. *Blackout* ini dapat terjadi akibat ketidaktepatan koordinasi antara berbagai *relay*. Masalah pemadaman listrik akibat kegagalan koordinasi *relay* proteksi sering ditemui di daerah dengan beban yang tinggi atau di wilayah yang mengalami pertumbuhan pesat dalam konsumsi listrik, seperti di kawasan industri atau perkotaan. Kegagalan *relay* OCR untuk merespon arus gangguan besar dengan cepat dapat meningkatkan risiko kerusakan peralatan utama seperti *transformator*, yang memicu pemadaman yang lebih luas. Mereka menemukan bahwa dengan pengaturan waktu kerja *relay* yang tepat, proteksi dapat dioptimalkan sehingga *transformator* dapat terlindungi lebih baik dari kerusakan akibat gangguan besar[3].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sujo P. George dan S. Ashok National Institute of Technology Calicut “*Forecast-based overcurrent relay coordination in wind farms*” pada tahun 2020 menjelaskan bahwa kegagalan *relay* OCR untuk menangani arus gangguan yang besar meningkatkan risiko kerusakan *transformator*, terutama jika waktu respons *relay* terlalu lama.

Ini menunjukkan bahwa pengaturan *relay* yang adaptif sangat penting untuk menangani perubahan kondisi jaringan, yang dapat menyebabkan kesalahan operasi *relay* OCR. Namun, belum membahas koordinasi *relay* serta tidak menggunakan metode penelitian[4] dan penelitian yang dilakukan oleh Rando Hutagaol, Usaha Situmeang dan Zulfahri “Studi *Overload Shedding* Pada *Transformator* Daya Gardu Induk Garuda Sakti” tahun 2019 menjelaskan bahwa menggunakan *relay Over Load Shedding* (OLS) adalah strategi pertahanan sistem yang dirancang untuk mengatasi kondisi sistem yang sangat penting sambil mempertahankan kinerja sistem. Akan tetapi, di dalam penelitian tersebut tidak menggunakan metode yang relevan serta tidak adanya simulasi rangkaian untuk memastikan perhitungan apakah telah sesuai atau tidak, serta apakah koordinasi *relay* telah bekerja dengan sesuai atau tidak[5].

Penelitian ini bertujuan untuk menilai koordinasi kinerja antara *relay* OLS pada penghantar dan *relay* OCR pada penyulang dalam jaringan distribusi, terutama difokuskan pada pencegahan pemadaman listrik total atau lebih sering dikenal dengan *Blackout*[6]. Serta, memberikan solusi konkret untuk mengurangi risiko pemadaman di Gardu Induk dengan mengoptimalkan koordinasi antara *relay Overload Shedding* (OLS) pada transformator dan *relay Overcurrent* (OCR) pada penyulang. Dengan evaluasi dan simulasi, pengaturan waktu tunda (*time delay*) yang sesuai dengan standar SPLN dan IEEE akan direkomendasikan, sehingga sistem proteksi dapat bekerja lebih andal dan responsif.[7]. Atas dasar hal tersebut, penelitian ini akan dilaksanakan sebagai bagian dari tugas akhir suatu penelitian yang membahas tentang: **“EVALUASI KOORDINASI KINERJA SISTEM PROTEKSI RELAY OVERLOAD SHEDDING PADA TRANSFORMATOR & RELAY OVERCURRENT PADA PENYULANG DI JALUR DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG”**

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana memastikan keandalan koordinasi sistem proteksi pada gardu induk Bukit Siguntang untuk mencegah terulangnya kejadian *blackout* yang sebelumnya pernah terjadi akibat trip di jalur transmisi dan penyulang.

Trip ini menyebabkan gangguan pada proteksi *relay* yang tidak mampu mengisolasi gangguan dengan tepat, sehingga berdampak pada pemadaman total di gardu tersebut. Permasalahan utama yang perlu dijawab adalah apakah koordinasi dan pengaturan proteksi *relay* telah dioptimalkan untuk mencegah gangguan lokal menyebar menjadi pemadaman yang lebih luas.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya skripsi ini adalah antara lain:

1. Menganalisis *setting* kerja *relay* OLS dan *relay* OCR.
2. Membandingkan hasil perhitungan dengan standar SPLN 64:1985.
3. Memberikan rekomendasi teknis untuk implementasi proteksi yang lebih andal.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya akan mencakup sistem koordinasi proteksi *relay* OLS dan OCR di jalur transmisi dengan menggunakan metode aliran daya Kontingensi N-1 dan simulasi rangkaian menggunakan ETAP dengan situasi *overload* dan gangguan baik pada penyulang ataupun pada penghantar, tanpa melibatkan komponen proteksi lain seperti *distance relay*.

1.5 Sistematika Penulisan

Dibawah ini merupakan struktur penulisan yang disusun guna mempermudah penyusunan penelitian dalam tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai latar belakang, tujuan, manfaat, lingkup permasalahan, serta struktur penulisan dari tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas konsep dasar sistem proteksi listrik, termasuk penjelasan mengenai fungsi *relay* OLS dan OCR dalam jaringan transmisi dan distribusi listrik. Secara khusus, *relay* OLS berfungsi melindungi penghantar dari kelebihan beban, sedangkan *relay* OCR mendeteksi arus lebih dan melindungi penyulang dari kerusakan akibat gangguan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini mencakup rancangan yang akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem proteksi *relay* OLS dan OCR, termasuk pendekatan simulasi yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi perangkat lunak seperti ETAP untuk memodelkan dan mengevaluasi koordinasi proteksi di jalur transmisi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil simulasi kinerja *relay* OLS dan OCR dalam berbagai skenario gangguan. Hasilnya mencakup analisis kinerja *relay* dalam mendeteksi gangguan dan waktu respon yang dibutuhkan untuk mengisolasi gangguan agar tidak meluas. Selain itu, hasil simulasi menunjukkan efektivitas pengaturan *relay* dalam mencegah pemadaman total.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menjelaskan hasil kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta menyampaikan saran penulis kepada pembaca mengenai keterbatasan dan kekurangan penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Liu, H. Dui, and Z. Li, "Reliability Analysis for Electrical Power Systems Based on Importance Measures," *Proc Inst Mech Eng O J Risk Reliab*, vol. 236, no. 2, pp. 317–328, Apr. 2022, doi: 10.1177/1748006X19894872.
- [2] M. Tavakoli and M. Nafar, "Human reliability analysis in maintenance team of power transmission system protection," *Protection and Control of Modern Power Systems*, vol. 5, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1186/s41601-020-00176-6.
- [3] Maulana Jainuri, Hendrawan Setiaji, Dicky Andrian Nugraha, and Agus Kiswantono, "Simulasi Over Current Relay Pada Jalur Transmisi Dengan Menggunakan Aplikasi ETAP 12.6," Dec. 2021, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/20>
- [4] S. P. George and S. Ashok, "Forecast-based overcurrent relay coordination in wind farms," *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, vol. 118, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.ijepes.2020.105834.
- [5] R. Hutagaol and U. Situmeang, "Studi Overload Shedding Pada Transformator Daya Gardu Induk Garuda Sakti," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [6] A. Azis, D. Irine, and K. Febrianti, "Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang," *JURNAL AMPERE*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [7] H. Prasetijo, A. Fadli, Priswanto, and W. Herry Purnomo, "Increased reliability over current relay (ocr) as a transformer protection with non-cascade coordination patterns," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, May 2021. doi: 10.1088/1755-1315/746/1/012043.
- [8] Sutrisno, SH. , M. H. Suci Ramadani, and S. H. ,M. H. Dina Andiza, "Tinjauan Hukum Bagi PLN Dalam Pengoperasian Sistem Transmisi SUTET Menurut Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan (Studi Penelitian Di Perusahaan Listrik Negara Gardu Induk Pangkalan Susu)," 2019.
- [9] I. S. Suripto and M. Eng, "Sistem Tenaga Listrik," 2017.
- [10] K. G. Manopo, H. Tumaliang, and S. Silimang, "Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (Persero) Area Minahasa Utara," 2022.
- [11] M. Muhtar, "Analisis Pelepasan Beban Menggunakan Under Frequency Relay pada Sistem Tenaga Listrik Gardu Induk Palopo," *JTEIN: Jurnal*

Teknik Elektro Indonesia, vol. 3, no. 1, pp. 54–62, Jan. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.194.

- [12] Mohamad Yasfin Imanuddin and Fendi Achmad, “Perencanaan Sistem Proteksi Pada Distribusi Tenaga Listrik Pada Proyek Kyo Apartment di PT. Alkonusa Teknik Interkon,” 2023.
- [13] M. T. Ir. Harnoko S. and M. T. Ir. Sri Lestari, “Buku Proteksi Sistem Tenaga Listrik,” 2022.
- [14] Takwa, Antarissubhi, and Adriani, “Analisis Kubikel 20 kV di Wilayah Kerja PT PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan,” 2024.
- [15] P. Lumban Tobing, “Studi Analisa Sistem Proteksi Trafo 150kV Daya 60 MVA Menggunakan Rele Diferensial Pada Gardu Induk Tebing Tinggi,” 2019.
- [16] H. Prasetyo and E. Triwijaya, “Simulasi Koordinasi Relay Arus Lebih Pola Non-Kaskade Simulation Non Cascade System Coordination Of Over Current Relay,” 2020. [Online]. Available: <http://dinarek.unsoed.ac.id>
- [17] A. Soulli, D. Sinde, I. T. Adhi, and T. Surabaya, “Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Golewa di PT. PLN (Persero) ULP Bajawa Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” 2024, doi: 10.31284/j.JREEC.2024.v4i1.
- [18] D. L. Rura, L. S. Patras, and S. Silimang, “Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (PERSERO) Area Bitung,” 2021.
- [19] C. Afri Lestari and U. Situmeang, “Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV dengan Metode FMEA pada Penyulang Akasia dan Lele PT PLN (Persero) ULP Kota Barat,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2021, doi: 10.31849/sainetin.v6i1.7408.
- [20] D. L. Rura, L. S. Patras, and S. Silimang, “Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Indeks SAIFI dan SAIDI Pada PT. PLN (PERSERO) Area Bitung,” 2021.
- [21] Conde Enriquez, “Overcurrent Relay Advances for Modern Electricity Networks,” 2022.
- [22] G. Ardha Ibrahimusa, T. Joko, A. Wrahatnolo, and A. Imam, “Analisis Koordinasi Setting Relay Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20KV Penyulang Brenggolo Di PT.PLN UP3 Kediri Gardu Induk Pare,” 2020.
- [23] Ahmad Mursali Arifin, “Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik pada Jaringan 150 kV,” 2019.

- [24] V. Frandhiyawan, Istiyo Winarno, and Daeng Rahmatullah, *Rancang Bangun Rele Arus Lebih Berbasis Monitoring Internet of Things (IoT) dan Arduino Sebagai Proteksi Elektronik 1 Fasa*. 2019.